

Vorträge im Physikalischen Kolloquium

Wintersemester 2017/18

Mittwochs 16 Uhr c.t., Hörsaal _111 (EG), Max-von-Laue-Str. 1

18.10.2017 Prof. Dr. Ronny Thomale,
Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Lehrstuhl Theoretische Physik I

Topoelectrical circuits

First developed by Alessandro Volta and Felix Savary in the early 19th century, circuits consisting of resistor, inductor and capacitor (RLC) components are now omnipresent in modern technology. The behavior of an RLC circuit is governed by its circuit Laplacian, which is analogous to the Hamiltonian describing the energetics of a physical system. We show that “topoelectrical” boundary resonances (TBRs) appear in the impedance read-out of a circuit whenever its Laplacian bandstructure resembles that of topological semimetals - materials with extensive degenerate edge modes known as Fermi arcs that also harbor enigmatic transport properties. Due to the versatility of electronic circuits, our topological semimetal construction can be generalized to topoelectrical phases with any desired lattice symmetry, spatial dimension, and even quasiperiodicity. Topoelectrical circuits establish a bridge between electrical engineering and topological states of matter, where the accessibility, scalability, and operability of electronics promises to synergize with the intricate boundary properties of topological phases.

01.11.2017 Thomas Baumert, Institut für Physik und CINSaT der Universität Kassel

Designer Photons for Tailored Ultrafast Laser Control of Matter

How do the building blocks of matter move after irradiation with very short and intense laser pulses and can this movement be controlled and made use of?

To address these questions, we illuminate matter with extremely short laser pulses in the femtosecond regime and watch the ultrafast dynamics with stroboscopic methods in slow motion (femtosecond spectroscopy). Using optical synthesizers, we shape the laser light in time and can thus control the ultrafast dynamics (ultrafast laser control) by customizing the energy transfer.

The span of our investigation ranges from free electrons, atoms and molecules in the gas phase to dye molecules and colloidal quantum dots in solution, as well as excitation and removal (ablation) mechanisms in solids and organic tissue.

In this talk - after an introduction to femtosecond spectroscopy and ultrafast laser control - I will concentrate on our current experiments devoted to tailored laser control of matter: material processing on the nanometer scale, the creation and tomographic reconstruction of 3D designer electron wave packets in the continuum, chiral recognition in the gas phase and charge oscillation controlled molecular excitation serve as illustrative examples.

08.11.2017 Dr. Tatjana Tchumatchenko, Theory of Neural Dynamics Max Planck Institute for Brain Research Frankfurt am Main, Germany

Dynamics and computation in neural networks

Many theoretical developments in physics are guided by the principle put forward by Einstein that “a model should be as simple as possible, but not simpler”. Walking a delicate line between intricately detailed models and simple, yet biologically less realistic, is a particularly challenging task when it comes to understanding the brain’s neural networks. Finding out the right level of detail to work on and identifying strategies for how to connect different microscopic aspects (e.g. ion channels, synapses, proteins etc) to the macroscopic computations (e.g. learning, attention, information transmission) carried out in the neural networks shall be the topic of this lecture. I will present my recent work connecting the different micro and macroscopic level related to neural computation in the cortex.

15.11.2017 Prof. Dr. Peter Labudde, Pädagogische Hochschule in der Nordwestschweiz (Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik) & Universität Basel

Festkolloquium
anlässlich des 90.-ten Geburtstages von Prof. Weltner

Warum fällt Physik manchen Jugendlichen und Studierenden so schwer? Herausforderungen und Chancen beim Lehren der Physik

Viele Kinder, Jugendliche und Erwachsene sind fasziniert von Phänomenen aus Natur und Technik. Sie stellen Fragen und wollen den Phänomenen auf den Grund gehen. Wie könnte es im Physikunterricht bzw. -studium noch besser gelingen, an diese Faszination und Neugierde anzuknüpfen, sie hochzuhalten und zu fördern? Wie lässt sich eine Balance zwischen Alltagswelt und Fachsystematik, zwischen qualitativen Erklärungen und quantitativen Modellen finden? Im Vortrag werden anhand vielfältiger konkreter Beispiele, z.B. Physik des Hubschraubers oder Zeitmessung im Schwimmsport, empirisch fundierte fachdidaktische Prinzipien vorgestellt. Unter anderem die Bedeutung des Vorwissens der Lernenden, der Einbezug der Lebenswelt, die Auseinandersetzung mit offenen Problemen, kooperations- und kommunikationsfördernde Unterrichtsformen. Der Referent zeigt Perspektiven auf, mit welchen sich der Physikunterricht bzw. das Studium qualitativ weiterentwickeln lassen.

22.11.2017 Prof. Dr. Johanna Stachel, Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

Studying big bang matter in high energy nuclear collisions at the LHC

The theory of strong interaction, quantum-chromo-dynamics, predicts for high temperature and density a new state of matter in which the confinement of quarks and gluons is lifted. This state, the quark-gluon-plasma, existed in the early universe after the electro-weak phase transition up to about 10 microseconds. In the past 30 years accelerator-based experiments have been conducted in order to recreate this state of matter for a short time. The ideal tool are collisions of heavy nuclei at energies as high as possible. With the Large Hadron Collider (LHC) at CERN an entirely new energy regime is accessible.

Two aspects of the data will be explored: Experimental knowledge about the phase boundary between ordinary hadronic matter and the quark-gluon plasma. This is based on the measured yields of various hadronic species. Here a direct link can be made to the full statistical operator of QCD including its fluctuations. Evidence for deconfinement. This comes from the production of charmonia as a function of

center of mass energy and centrality of the collision. The LHC data will be put into perspective vis-a-vis the results from lower energies.

06.12.2017 **Dr. Friederike Korneck**, Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt am Main

A n t r i t t s v o r l e s u n g

*Verzahnung physikdidaktischer Lehre und Forschung
am Beispiel eines Microteaching-Projekts*

Welche Kompetenzen benötigen angehende Physiklehrkräfte für die Gestaltung qualitätvollen Unterrichts und wie können diese gefördert werden? Um diesen für die Lehrerbildung grundlegenden Fragen nachzugehen, wurden die professionellen Kompetenzen von insgesamt 125 Lehramtsstudierenden des Fachbereichs Physik der Goethe-Universität erhoben sowie ihr Unterricht im Rahmen von Microteaching-Seminaren videografiert und ausgewertet. Die angehenden Lehrkräfte planen in den Veranstaltungen Unterrichtsminiaturen von 12 Minuten Länge zu Freihandexperimenten aus der Mechanik und unterrichten diese an mit der Universität kooperierenden Schulen. Die Unterrichtsvideos werden sowohl für die Professionalisierung im Rahmen von (kollegialen) Analysen als auch für die Unterrichtsforschung genutzt.

Im Vortrag wird das Lehr- und Forschungsprojekt vorgestellt und Ergebnisse zu den Zusammenhängen von Fachwissen, fachdidaktischem Wissen und Lehrerüberzeugungen mit der Qualität des gezeigten Unterrichts zur Diskussion gestellt. Als Ausblick werden Schlussfolgerungen für Studium und Forschungsmethodik diskutiert.

13.12.2017 **Prof. Dr. Lambert Alff**, Institute of Materials Science, TU Darmstadt, Germany

*Control of Switching Modes and Conductance Quantization
in Oxygen Engineered HfO_x based Memristive Devices*

Hafnium oxide (HfO_x) based memristive devices have tremendous potential as non-volatile resistive random access memory (RRAM) and in neuromorphic electronics. Despite its seemingly simple two-terminal structure, myriad of RRAM devices reported in the rapidly growing literature exhibit rather complex resistive switching behaviors. Using a Pt/HfO_x/TiN based metal-insulator-metal structure as model system, we show that a well-controlled oxygen stoichiometry governs the filament formation and the occurrence of multiple switching modes. The oxygen vacancy concentration is the key factor in manipulating the balance between electric field and Joule heating during formation, rupture (reset), and reformation (set) of the conductive filament in the dielectric. In addition, the engineering of oxygen vacancies stabilizes atomic size filament constrictions exhibiting integer and half-integer conductance quantization at room temperature during set and reset. Identifying the materials conditions of different switching modes and conductance quantization contributes to a unified switching model correlating structural and functional properties of RRAM materials. The possibility to engineer the oxygen stoichiometry in HfO_x will allow creating quantum point contacts with multiple conductance quanta as a first step towards multi-level memristive quantum devices.

20.12.2017 **Apl. Prof. Dr. Till Jahnke**, Institut für Kernphysik Goethe-Universität, Frankfurt am Main

A n t r i t t s v o r l e s u n g

Der Photoeffekt – Elektronen als Botschafter der Quantenwelt

Es ist inzwischen mehr als 100 Jahre her, dass Einstein mit seiner Beschreibung des photoelektrischen Effekts aufzeigte, wie Elektronen nach der Absorption von Photonen aus Atomen und Molekülen herausgelöst werden können. Im Laufe der Zeit wurde der Photoeffekt für die Untersuchung des Aufbaus von Materie eingesetzt. Durch sog. „Elektronenspektroskopie“ gelang es, zunächst die Grundzüge und dann auch viele Details des heutigen atomphysikalischen Verständnisses der mikroskopischen Welt zu entschlüsseln. Andere spektroskopische Methoden, die ebenfalls auf dem Wechselspiel von Materie und Licht beruhen, lösten gar die Entwicklung der Quantenmechanik aus. Für all diese Untersuchungen wurde in den meisten Fällen ausgenutzt, dass Photonen eine wohldefinierte Energie haben, die sie an das herauszulösende Elektron abgeben. Photonen besitzen allerdings mit ihrem quantenmechanischen Drehimpuls eine weitere wichtige Eigenschaft, die sich ebenfalls dazu verwenden lässt, Informationen über den atomaren Mikrokosmos zu erhalten. Die Antrittsvorlesung widmet sich diesem Thema und behandelt experimentelle Untersuchungen zum Photoeffekt der letzten 20 Jahre. Nach einer kurzen Einführung zur Wechselwirkung von Photonen und Materie, werden zunächst einfache Atome behandelt. Es wird gezeigt, wie aufgrund der Emissionsrichtung der Elektronen z.B. verschiedene Prozesse der Doppelionisation von Atomen unterschieden und des Weiteren auch anschaulich verstanden werden können. Im Folgenden werden dann die Unterschiede zu Molekülen aufgezeigt und es wird dargestellt, welche Informationen molekulare Photoelektronen mit sich tragen, und wie man diese experimentell ausliest. Im letzten Teil des Vortrags werden zwei Untersuchungen aus der aktuellen Forschung präsentiert, unter anderem wie man mit Hilfe des Photoeffekts den Aufbruch eines Moleküls in zwei getrennte Atome direkt verfolgen kann.

10.01.2018 **Apl. Prof. Dr. Piero Nicolini**, Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS), Frankfurt am Main

A n t r i t t s v o r l e s u n g

In wie vielen Dimensionen leben wir?

In dieser Vorlesung werde ich das Konzept der Dimension vorstellen. Wir werden sehen, dass die Anzahl der Dimensionen abhängig vom Prozess der Messung ist. Dabei spielt die Dynamik eines physikalischen Systems eine wichtige Rolle in der Definition der Dimension. Nach dieser Einführung werden wir die Gründe analysieren, die die Theorie eines höherdimensionalen Universums unterstützen. Am Ende werden wir das Alternativszenario einer dimensional reduzierten Raumzeit diskutieren.

17.01.2018 **Prof. Dr. Eberhard Bodenschatz**, Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation Göttingen

From Fluid Physics in the Brain to Building Synthetic Transport Networks

Cerebrospinal fluid conveys many physiologically important signaling factors through the ventricular cavities of the brain. I shall report results on the transport of cerebrospinal fluid in the third ventricle of the mammalian brain and show that highly organized pattern of cilia modules exists, which collectively give rise to a network of fluid flows that allows for precise transport within this ventricle. These results suggest that ciliated epithelia can generate and maintain complex, spatiotemporally regulated flow networks that may have a physiological function. I shall then introduce our efforts on the bottom-up synthetic Biology approach to building synthetic cilia that we call synthonemes.

07.02.2018 Prof. Dr. Michael Wiescher, Nuclear Science Laboratory, Department of Physics
University of Notre Dame, USA

S O N D E R K O L L O Q U I U M
Heraeus Stiftungsgastprofessur

Nucleosynthesis in First Stars – the on-set of Chemical Evolution

The first stars in our universe that emerged after the Big Bang provide the environment for converting the primordial fuel of hydrogen, helium, and lithium isotopes into heavier elements.

This conversion requires to bridge the mass gaps of stable nuclei at $A=5$ and $A=8$ with different reaction sequences to generate for the first time carbon-12 and oxygen-16, the building blocks of all biological life in our universe.

This talk will present the nuclear burning environment of these sites and the reaction path that initiated the build-up of more complex nuclei, eventually leading to the elemental abundance distribution as observed today.
